

ESP32-PICO-V3-02

技术规格书



预发版本 0.5
乐鑫信息科技
版权 © 2020

关于本文档

本文档为用户提供 ESP32-PICO-V3-02 的技术规格信息。

文档版本

请至乐鑫官网 <https://www.espressif.com/zh-hans/support/download/documents> 下载最新本本文档。

修订历史

请至文档最后页查看 [修订历史](#)。

文档变更通知

用户可以通过乐鑫官网订阅页面 www.espressif.com/zh-hans/subscribe 订阅技术文档变更的电子邮件通知。您需要更新订阅以接收有关新产品的文档通知。

证书下载

用户可以通过乐鑫官网证书下载页面 www.espressif.com/zh-hans/certificates 下载产品证书。

免责声明和版权公告

本文中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。

本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，不管是明示许可还是暗示许可。Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。

文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归 © 2020 乐鑫所有。保留所有权利。

1. 产品概述

1.1 特性

MCU

- 内置 ESP32 芯片, Xtensa® 双核 32 位 LX6 微处理器, 支持高达 240 MHz 的时钟频率
- 448 KB ROM
- 520 KB SRAM
- 16 KB RTC SRAM

Wi-Fi

- 802.11b/g/n
- 802.11n 数据速率高达 150 Mbps
- 支持 A-MPDU 和 A-MSDU 聚合
- 支持 0.4 μ s 保护间隔
- 工作信道中心频率范围: 2412 ~ 2484 MHz

蓝牙®

- 蓝牙 V4.2 BR/EDR 和蓝牙 LE 标准

- Class-1、class-2 和 class-3 发射器
- AFH
- CVSD 和 SBC

硬件

- SiP 接口: ADC、DAC、触摸传感器、SD/SDIO/MMC 主机控制器、SPI、SDIO/SPI 从机控制器、EMAC、电机 PWM、LED PWM、UART、I²C、I²S、红外遥控、GPIO、脉冲计数器
- 40 MHz 晶振
- 8 MB SPI flash
- 2 MB SPI PSRAM
- 工作电压/供电电压: 3.0 ~ 3.6 V
- 建议工作温度范围: -40 ~ 85 °C
- 封装尺寸: (7 × 7 × 1.11) mm

1.2 描述

ESP32-PICO-V3-02 是一款基于 ESP32 (ECO V3) 的系统级封装 (SiP) 产品, 可提供完整的 Wi-Fi 和蓝牙® 功能, 集成 1 个 8 MB 串行外围设备接口 (SPI) flash 和 1 个 2 MB 串行外设接口 PSRAM。

ESP32-PICO-V3-02 的核心是 ESP32 (ECO V3) 芯片*。ESP32 是集成 2.4 GHz Wi-Fi 和蓝牙双模的单芯片方案, 采用台积电 (TSMC) 超低功耗的 40 纳米工艺。ESP32-PICO-V3-02 SiP 已将晶振、flash、PSRAM、滤波电容、RF 匹配链路等所有外围器件无缝集成进封装内, 不再需要外围元器件即可工作。此时, SiP 的组装和测试都在 SiP 层面完成, 因此 ESP32-PICO-V3-02 可以大大降低供应链的复杂程度并提升管控效率。

ESP32-PICO-V3-02 具备体积紧凑、性能强劲及功耗低等特点, 适用于任何空间有限或电池供电的设备, 比如可穿戴设备、医疗设备、传感器及其他 IoT 设备。

相比其他 ESP32 系列芯片, ESP32-PICO-V3-02 增加了 GPIO20 管脚。另外, 考虑到芯片的安全性能, flash 管脚 DI、DO、/HOLD、/WP 和 PSRAM 管脚 SI/SIO0、SO/SIO1、SIO2、SIO3 均未引出。

说明:

- 更多有关 ESP32 的信息, 请参考 [《ESP32 技术规格书》](#)。
- 更多有关 ESP32 ECO V3 的信息, 请参考 [《ESP32 ECO V3 使用指南》](#)。

1.3 应用

- 通用低功耗 IoT 传感器 Hub
- 通用低功耗 IoT 数据记录器
- 摄像头视频流传输
- OTT 电视盒/机顶盒设备
- 语音识别
- 图像识别
- Mesh 网络
- 家庭自动化
- 智能家居控制板
- 智慧楼宇
- 工业自动化
- 智慧农业
- 音频设备
- 健康/医疗/看护
- Wi-Fi 玩具
- 可穿戴电子产品
- 零售 & 餐饮
- 智能 POS 应用

目录

1 产品概述	3
1.1 特性	3
1.2 描述	3
1.3 应用	4
2 功能块图	9
3 管脚定义	10
3.1 管脚布局	10
3.2 管脚描述	10
3.3 与 ESP32-PICO-V3 和 ESP32-PICO-D4 兼容性	12
3.4 Strapping 管脚	13
4 电气特性	15
4.1 绝对最大额定值	15
4.2 建议工作条件	15
4.3 直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)	15
4.4 功耗特性	16
4.5 Wi-Fi 射频	17
4.5.1 Wi-Fi 射频特性	17
4.5.2 发射器性能规格	18
4.5.3 接收器性能规格	18
4.6 蓝牙射频	19
4.6.1 接收器 - 基础数据率 (BR)	19
4.6.2 发射器 - 基础数据率 (BR)	20
4.6.3 接收器 - 增强数据率 (EDR)	20
4.6.4 发射器 - 增强数据率 (EDR)	21
4.7 低功耗蓝牙射频	21
4.7.1 接收器	21
4.7.2 发射器	22
5 原理图	23
6 外围设计原理图	24
7 封装信息	26
8 产品处理	27
8.1 存储条件	27
8.2 ESD	27
8.3 回流焊温度曲线	27
9 MAC 地址和 eFuse	28

10 学习资源	29
10.1 必读资料	29
10.2 必备资源	29
修订历史	31

表格

1	管脚定义	10
2	ESP32-PICO-V3-02 与 ESP32-PICO-V3 和 ESP32-PICO-D4 管脚的用途差异	12
3	Strapping 管脚	14
4	绝对最大额定值	15
5	建议工作条件	15
6	直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)	15
7	射频功耗	16
8	不同功耗模式下的功耗	17
9	Wi-Fi 射频特性	17
10	发射器性能规格	18
11	接收器性能规格	18
12	接收器特性 - 基础数据率 (BR)	19
13	发射器特性 - 基础数据率 (BR)	20
14	接收器特性 - 增强数据率 (EDR)	20
15	发射器特性 - 增强数据率 (EDR)	21
16	低功耗蓝牙接收器特性	21
17	低功耗蓝牙发射器特性	22

插图

1	ESP32-PICO-V3-02 功能块图	9
2	ESP32-PICO-V3-02 管脚布局（顶视图）	10
3	ESP32-PICO-V3-02 原理图	23
4	ESP32-PICO-V3-02 外围设计原理图	24
5	VDD33 放电电路图	25
6	复位电路	25
7	ESP32-PICO-V3-02 封装信息	26
8	回流焊温度曲线	27

2. 功能块图

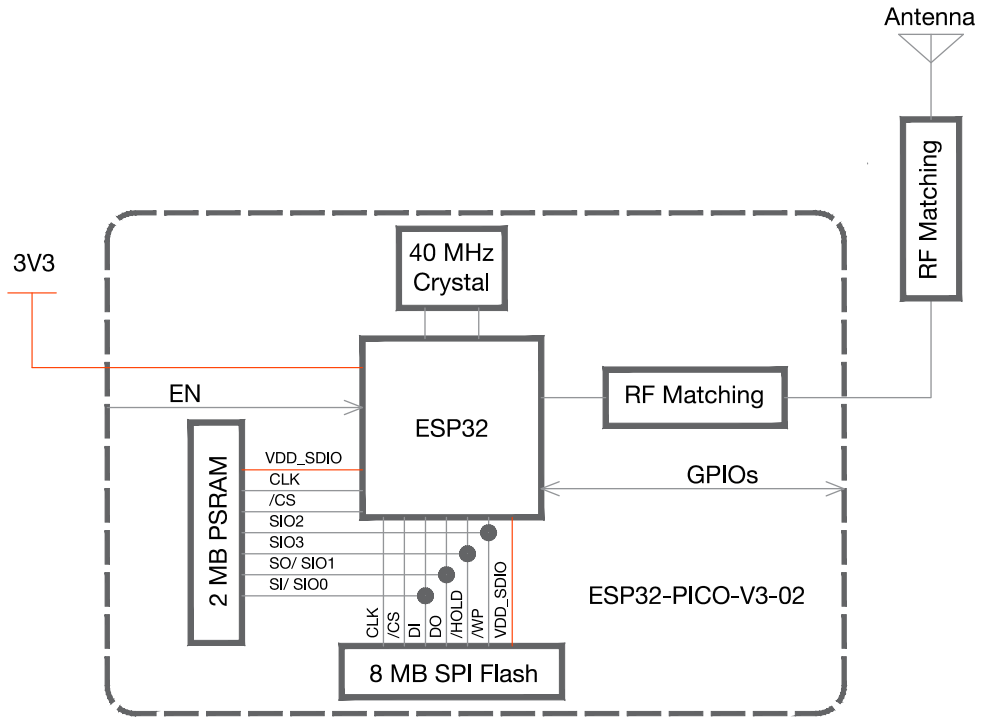


图 1: ESP32-PICO-V3-02 功能块图

3. 管脚定义

3.1 管脚布局

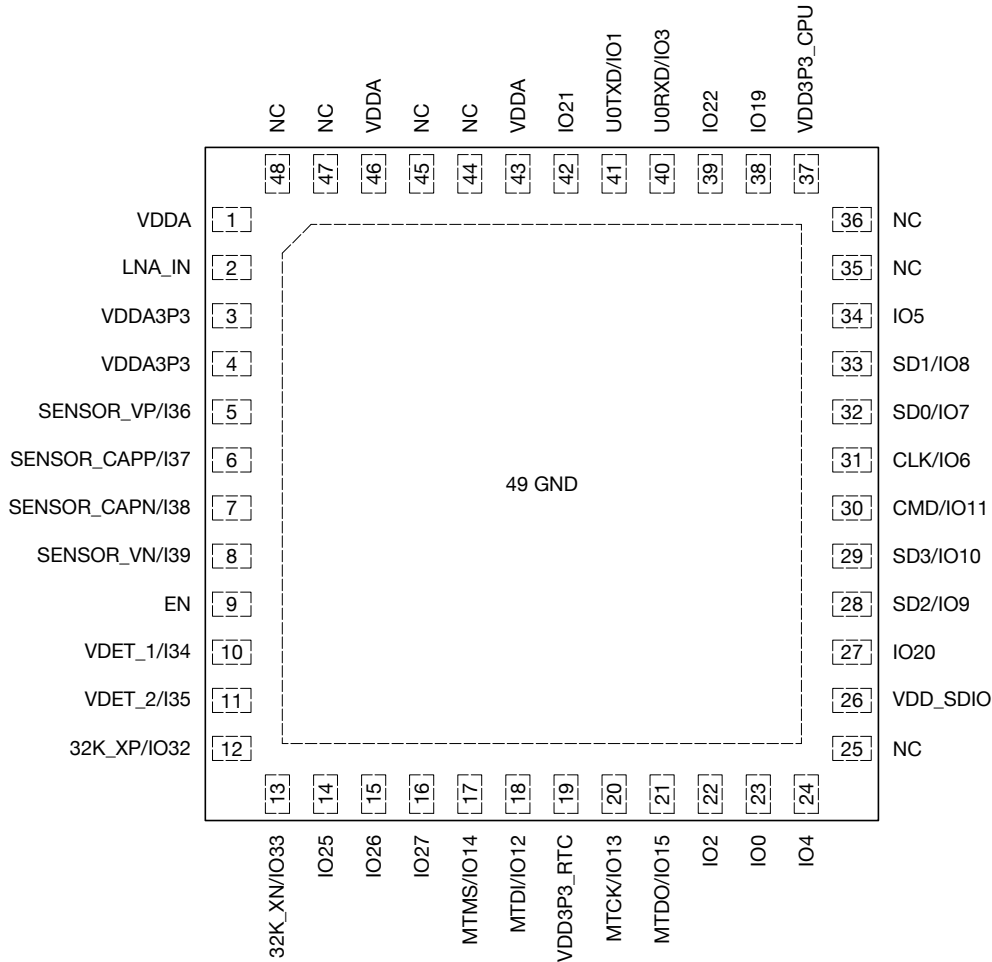


图 2: ESP32-PICO-V3-02 管脚布局 (顶视图)

说明:

管脚布局图显示了 SiP 上管脚的大致位置。具体布局请参考图 7。

3.2 管脚描述

ESP32-PICO-V3-02 共有 48 个管脚，具体描述参见表 1。

表 1: 管脚定义

名称	序号	类型	功能
VDDA	1	P	模拟电源 (3.0 V ~ 3.6 V)

名称	序号	类型	功能
LNA_IN	2	I/O	射频输入输出
VDDA3P3	3	P	模拟电源 (3.0 V ~ 3.6 V)
VDDA3P3	4	P	模拟电源 (3.0 V ~ 3.6 V)
SENSOR_VP/I36	5	I	GPIO36, ADC1_CH0, RTC_GPIO0
SENSOR_GAPP/I37	6	I	GPIO37, ADC1_CH1, RTC_GPIO1
SENSOR_CAPN/I38	7	I	GPIO38, ADC1_CH2, RTC_GPIO2
SENSOR_VN/I39	8	I	GPIO39, ADC1_CH3, RTC_GPIO3
EN	9	I	高电平：芯片使能； 低电平：芯片关闭； 注意不能让 EN 管脚浮空。
VDET_1/I34	10	I	ADC1_CH6, RTC_GPIO4
VDET_2/I35	11	I	ADC1_CH7, RTC_GPIO5
32K_XP/IO32	12	I/O	32K_XP (32.768 kHz crystal oscillator input), ADC1_CH4, TOUCH9, RTC_GPIO9
32K_XN/IO33	13	I/O	32K_XN (32.768 kHz crystal oscillator output), ADC1_CH5, TOUCH8, RTC_GPIO8
IO25	14	I/O	GPIO25, DAC_1, ADC2_CH8, RTC_GPIO6, EMAC_RXD0
IO26	15	I/O	GPIO26, DAC_2, ADC2_CH9, RTC_GPIO7, EMAC_RXD1
IO27	16	I/O	GPIO27, ADC2_CH7, TOUCH7, RTC_GPIO17, EMAC_RX_DV
MTMS/IO14	17	I/O	ADC2_CH6, TOUCH6, RTC_GPIO16, MTMS, HSPICLK, HS2_CLK, SD_CLK, EMAC_TXD2
MTDI/IO12	18	I/O	ADC2_CH5, TOUCH5, RTC_GPIO15, MTDI, HSPIQ, HS2_DATA2, SD_DATA2, EMAC_TXD3
VDD3P3_RTC	19	P	RTC IO 电源输入 (3.0 V ~ 3.6 V)
MTCK/IO13	20	I/O	ADC2_CH4, TOUCH4, RTC_GPIO14, MTCK, HSPID, HS2_DATA3, SD_DATA3, EMAC_RX_ER
MTDO/IO15	21	I/O	ADC2_CH3, TOUCH3, RTC_GPIO13, MTDO, HSPICS0, HS2_CMD, SD_CMD, EMAC_RXD3
IO2	22	I/O	ADC2_CH2, TOUCH2, RTC_GPIO12, HSPIWP, HS2_DATA0, SD_DATA0
IO0	23	I/O	ADC2_CH1, TOUCH1, RTC_GPIO11, CLK_OUT1, EMAC_TX_CLK
IO4	24	I/O	ADC2_CH0, TOUCH0, RTC_GPIO10, HSPIHD, HS2_DATA1, SD_DATA1, EMAC_TX_ER
NC	25	—	NC
VDD_SDIO	26	P	VDD3P3_RTC 电源输出, 请见表格下方说明 1
IO20	27	I/O	GPIO20, 请见表格下方说明 3
SD2/IO9	28	I/O	请见表格下方说明 2、说明 3
SD3/IO10	29	I/O	请见表格下方说明 2、说明 3
CMD/IO11	30	I/O	请见表格下方说明 2、说明 3
CLK/IO6	31	I/O	请见表格下方说明 2、说明 3
SD0/IO7	32	I/O	GPIO7, SD_DATA0, HS1_DATA0, U2RTS, 请见表格下方说明 3
SD1/IO8	33	I/O	GPIO8, SD_DATA1, HS1_DATA1, U2CTS, 请见表格下方说明 3

名称	序号	类型	功能
IO5	34	I/O	GPIO5, VSPICS0, HS1_DATA6, EMAC_RX_CLK
NC	35	—	NC
NC	36	—	NC
VDD3P3_CPU	37	P	CPU IO 电源输入 (1.8 V ~ 3.6 V)
IO19	38	I/O	GPIO19, VSPIQ, U0CTS, EMAC_TXD0
IO22	39	I/O	GPIO22, VSPIWP, U0RTS, EMAC_TXD1
U0RXD/IO3	40	I/O	GPIO3, U0RXD, CLK_OUT2
U0TXD/IO1	41	I/O	GPIO1, U0TXD, CLK_OUT3, EMAC_RXD2
IO21	42	I/O	GPIO21, VSPIHD, EMAC_TX_EN
VDDA	43	P	模拟电源 (3.0 V ~ 3.6 V)
NC	44	—	NC
NC	45	—	NC
VDDA	46	P	模拟电源 (3.0 V ~ 3.6 V)
NC	47	—	NC
NC	48	—	NC

说明:

1. 内部 flash 和 PSRAM 连接至 VDD_SDIO，由 VDD3P3_RTC 通过约 6 Ω 电阻直接供电。因此，VDD_SDIO 相对 VDD3P3_RTC 会有一些电压降。
2. CMD/IO11 和 CLK/IO6 管脚用于连接内部 flash，SD2/IO9 和 SD3/IO10 管脚用于连接嵌入式 PSRAM，不建议用作其他用途，具体请参考章节 5。
3. IO6/IO7/IO8/IO9/IO10/IO11/IO20 由 VDD_SDIO 供电，VDD_SDIO 电源关闭时则无法工作。
4. 外设管脚分配请参考《ESP32 技术规格书》。

3.3 与 ESP32-PICO-V3 和 ESP32-PICO-D4 兼容性

在有些情况下可以改动很少或者不用改动硬件设计来将采用 ESP32-PICO-V3 和 ESP32-PICO-D4 的硬件产品升级为 ESP32-PICO-V3-02。在升级前，用户必须注意几点：

- ESP32-PICO-V3-02 与 ESP32-PICO-V3 和 ESP32-PICO-D4 的以下管脚用途不同：

表 2: ESP32-PICO-V3-02 与 ESP32-PICO-V3 和 ESP32-PICO-D4 管脚的用途差异

管脚编号	ESP32-PICO-V3-02 (内置 flash 和 PSRAM)	ESP32-PICO-V3 (内置 flash, 无法外接 PSRAM)	ESP32-PICO-D4 (内置 flash, 可以外接 PSRAM)
25	空脚	空脚	GPIO16, 用于连接内部 flash
27	GPIO20, 可以使用	GPIO20, 可以使用	GPIO17, 用于连接内部 flash
28	SD2/IO9, 用于连接内部 PSRAM, 不可以外部使用	SD2/IO9, 可以使用	GPIO9, 可以使用
29	SD3/IO10, 用于连接内部 PSRAM, 不可以外部使用	SD3/IO10, 可以使用	GPIO10, 可以使用

管脚编号	ESP32-PICO-V3-02 (内置 flash 和 PSRAM)	ESP32-PICO-V3 (内置 flash, 无法外接 PSRAM)	ESP32-PICO-D4 (内置 flash, 可以外接 PSRAM)
32	SD0/IO7, 可以使用	SD0/IO7, 可以使用	SD0/IO7, 用于连接内部 flash
33	SD1/IO8, 可以使用	SD1/IO8, 可以使用	SD1/IO8, 用于连接内部 flash
35	空脚	空脚	GPIO18, 可以使用
36	空脚	空脚	GPIO23, 可以使用

- 三款模组尺寸不同, ESP32-PICO-D4 和 ESP32-PICO-V3 的尺寸为 (7 × 7 × 0.94) mm, ESP32-PICO-V3-02 的尺寸为 (7 × 7 × 1.11) mm。
- 出于安全考虑, flash 数据管脚 DI、DO、/HOLD、/WP 和 PSRAM 数据管脚 SI/SIO0、SO/SIO1、SIO2、SIO3 未引出。
- ESP32-PICO-V3-02 和 ESP32-PICO-V3 无法外接 PSRAM。
- 如果 ESP32-PICO-D4 外接了 32.768 kHz 晶振, 则需要参考 [《ESP32 ECO V3 使用指南》](#) 中的相关内容更新 ESP32-PICO-V3-02 和 ESP32-PICO-V3 的硬件。
- 有关使用 ESP32 ECO V3 所需的软件更新和升级, 请参考 [《ESP32 ECO V3 使用指南》](#)。
- 在更新硬件设计以兼容 ESP32-PICO-V3-02 后应进行电磁兼容性和 RF 性能测试。
- 要获取有关 ESP32-PICO-V3 的更多信息, 请参考 [《ESP32-PICO-V3 技术规格书》](#)。
- 要获取有关 ESP32-PICO-D4 的更多信息, 请参考 [《ESP32-PICO-D4 技术规格书》](#)。

3.4 Strapping 管脚

ESP32 共有 5 个 Strapping 管脚。Strapping 管脚与 SiP 管脚对应关系如下, 可参考章节 5 电路原理图:

- MTDI = IO12
- GPIO0 = IO0
- GPIO2 = IO2
- MTDO = IO15
- GPIO5 = IO5

软件可以读取寄存器“GPIO_STRAPPING”中这 5 个管脚 strapping 的值。

在芯片的系统复位(上电复位、RTC 看门狗复位、欠压复位)放开的过程中, Strapping 管脚对电平采样并存储到锁存器中, 锁存为“0”或“1”, 并一直保持到芯片掉电或关闭。

每一个 Strapping 管脚都会连接内部上拉/下拉。如果一个 Strapping 管脚没有外部连接或者连接的外部线路处于高阻抗状态, 内部弱上拉/下拉将决定 Strapping 管脚输入电平的默认值。

为改变 Strapping 的值, 用户可以应用外部下拉/上拉电阻, 或者应用主机 MCU 的 GPIO 控制 ESP32 上电复位放开时的 Strapping 管脚电平。

复位放开后, Strapping 管脚和普通管脚功能相同。

配置 Strapping 管脚的详细启动模式请参阅表 3。

表 3: Strapping 管脚

内置 LDO (VDD_SDIO) 电压					
管脚	默认	3.3 V		1.8 V	
MTDI	下拉	0		1	
系统启动模式					
管脚	默认	SPI 启动模式		下载启动模式	
GPIO0	上拉	1		0	
GPIO2	下拉	无关项		0	
系统启动过程中, 控制 U0TXD 打印					
管脚	默认	U0TXD 正常打印		U0TXD 上电不打印	
MTDO	上拉	1		0	
SDIO 从机信号输入输出时序					
管脚	默认	下降沿采样 下降沿输出	下降沿采样 上升沿输出	上升沿采样 下降沿输出	上升沿采样 上升沿输出
MTDO	上拉	0	0	1	1
GPIO5	上拉	0	1	0	1

说明:

- 固件可以通过配置一些寄存器比特位, 在启动后改变“内置 LDO (VDD_SDIO) 电压”和“SDIO 从机信号输入输出时序”的设定。
- SiP 集成的外部 SPI flash 和 PSRAM 工作电压为 3.3 V, 因此在上电复位过程中需保持 Strapping 管脚 MTDI 为低电平。

4. 电气特性

4.1 绝对最大额定值

超出绝对最大额定值表可能导致器件永久性损坏。这只是强调的额定值，不涉及器件在这些或其它条件下超出本技术规格指标的功能性操作。建议工作条件请参考表 5。

表 4: 绝对最大额定值

符号	参数	最小值	最大值	单位
VDD33	供电电压	-0.3	3.6	V
T _{store}	存储温度	-40	85	°C

说明:

关于电源域请参考 [《ESP32 技术规格书》](#) 附录中表 IO_MUX。

4.2 建议工作条件

表 5: 建议工作条件

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
VDD33	供电电压	3.0	3.3	3.6	V
I _{VDD}	外部电源的供电电流	0.5	—	—	A
T	工作温度	-40	—	85	°C
Humidity	湿度	—	50	—	%RH

4.3 直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)

表 6: 直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
C _{IN}	管脚电容	—	2	—	pF
V _{IH}	高电平输入电压	0.75×VDD ¹	—	VDD ¹ +0.3	V
V _{IL}	低电平输入电压	-0.3	—	0.25×VDD ¹	V
I _{IH}	高电平输入电流	—	—	50	nA
I _{IL}	低电平输入电流	—	—	50	nA
V _{OH}	高电平输出电压	0.8×VDD ¹	—	—	V
V _{OL}	低电平输出电压	—	—	0.1×VDD ¹	V

符号	参数		最小值	典型值	最大值	单位
I_{OH}	高电平拉电流 ($V_{DD}^1 = 3.3\text{ V}$, $V_{OH} \geq 2.64\text{ V}$, 管脚输出强度设为 最大值)	VDD3P3_CPU 电 源域 ^{1, 2}	—	40	—	mA
		VDD3P3_RTC 电 源域 ^{1, 2}	—	40	—	mA
		VDD_SDIO 电 源域 ^{1, 3}	—	20	—	mA
I_{OL}	低电平灌电流 ($V_{DD}^1 = 3.3\text{ V}$, $V_{OL} = 0.495\text{ V}$, 管脚输出强度设为最大值)		—	28	—	mA
R_{PU}	上拉电阻		—	45	—	k Ω
R_{PD}	下拉电阻		—	45	—	k Ω
V_{IL_nRST}	CHIP_PU 关闭芯片的低电平输入电压		—	—	0.6	V

说明:

1. VDD 是 I/O 的供电电源。关于电源域请参考 [《ESP32 技术规格书》](#) 附录中表 IO_MUX。
2. VDD3P3_CPU 和 VDD3P3_RTC 电源域管脚的单个管脚的拉电流随管脚数量增加而减小，从约 40 mA 减小到约 29 mA。
3. VDD_SDIO 电源域的管脚不包括连接 flash 和/或 PSRAM 的管脚。

4.4 功耗特性

ESP32 采用了先进的电源管理技术，可以在不同的功耗模式之间切换。关于不同功耗模式的描述，详见 [《ESP32 技术规格书》](#) 中章节 *RTC* 和低功耗管理。

表 7: 射频功耗

工作模式	描述		平均值 (mA)	峰值 (mA)
Active (射频工作)	TX	802.11b, 20 MHz, 1 Mbps, @19.5 dBm	240	385
		802.11g, 20 MHz, 54 Mbps, @15 dBm	185	270
		802.11b, 20 MHz, MCS7, @13 dBm	180	250
		802.11n, 40 MHz, MCS7, @13 dBm	160	205
	RX	802.11b/g/n, 20 MHz	110	111
		802.11n, 40 MHz	116	117

说明:

- 功耗数据是基于 3.3 V 电源、25 °C 环境温度，在 RF 接口处完成的测试结果。所有发射数据均基于 50% 的占空比测得。
- 测量 RX 功耗数据时，外设处于关闭状态，CPU 处于 idle 状态。

表 8: 不同功耗模式下的功耗

工作模式	描述		功耗典型值
Modem-sleep	CPU 处于工作状态	240 MHz	30 ~ 68 mA
		160 MHz	27 ~ 44 mA
		正常速度: 80 MHz	20 ~ 31 mA
Light-sleep	—		0.8 mA
Deep-sleep	ULP 协处理器处于工作状态		150 μ A
	超低功耗传感器监测模式		100 μ A @1% duty
	RTC 定时器 + RTC 存储器		10 μ A
	仅有 RTC 定时器处于工作状态		5 μ A
关闭	CHIP_PU 脚拉低, 芯片处于关闭状态		1 μ A

说明:

- 测量 Modem-sleep 功耗数据时, CPU 处于工作状态, cache 处于 idle 状态。
- 在 Wi-Fi 开启的场景中, 芯片会在 Active 和 Modem-sleep 模式之间切换, 功耗也会在两种模式间变化。
- Modem-sleep 模式下, CPU 频率自动变化, 频率取决于 CPU 负载和使用的外设。
- Deep-sleep 模式下, 仅 ULP 协处理器处于工作状态时, 可以操作 GPIO 及低功耗 I²C。
- 当系统处于超低功耗传感器监测模式时, ULP 协处理器或传感器周期性工作。ADC 以 1% 占空比工作, 系统功耗典型值为 100 μ A。

4.5 Wi-Fi 射频

4.5.1 Wi-Fi 射频特性

表 9: Wi-Fi 射频特性

参数	描述	
工作信道中心频率范围 ¹	2412 ~ 2484 MHz	
Wi-Fi 协议	IEEE 802.11b/g/n	
数据速率	20 MHz	11b: 1, 2, 5.5, 11 Mbps 11g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps 11n: MCS0-7, 72.2 Mbps (Max)
	40 MHz	11n: MCS0-7, 150 Mbps (Max)

说明:

1. 工作信道中心频率范围应符合国家或地区的规范标准。软件可以配置工作信道中心频率范围。
2. 使用 IPEX 天线的 SiP 输出阻抗为 50 Ω , 不使用 IPEX 天线的 SiP 可无需关注输出阻抗。

4.5.2 发射器性能规格

表 10: 发射器性能规格

参数	条件	典型值	单位
输出功率 ¹	11b, 1 Mbps	19.5	dBm
	11b, 11 Mbps	19.5	
	11g, 6 Mbps	18	
	11g, 54 Mbps	14	
	11n, HT20, MCS0	18	
	11n, HT20, MCS7	13	
	11n, HT40, MCS0	18	
	11n, HT40, MCS7	13	

说明:

根据产品或认证的要求，用户可以配置目标功率。

4.5.3 接收器性能规格

表 11: 接收器性能规格

参数	条件	典型值	单位
接收灵敏度	1 Mbps	-97	dBm
	2 Mbps	-94	
	5.5 Mbps	-92	
	11 Mbps	-88	
	6 Mbps	-93	
	9 Mbps	-91	
	12 Mbps	-89	
	18 Mbps	-87	
	24 Mbps	-84	
	36 Mbps	-80	
	48 Mbps	-77	
	54 Mbps	-75	
	11n, HT20, MCS0	-92	
	11n, HT20, MCS1	-88	
	11n, HT20, MCS2	-86	
	11n, HT20, MCS3	-83	
	11n, HT20, MCS4	-80	
	11n, HT20, MCS5	-76	
	11n, HT20, MCS6	-74	
	11n, HT20, MCS7	-72	
11n, HT40, MCS0	-89		
11n, HT40, MCS1	-85		
11n, HT40, MCS2	-83		

参数	条件	典型值	单位
	11n, HT40, MCS3	-80	
	11n, HT40, MCS4	-76	
	11n, HT40, MCS5	-72	
	11n, HT40, MCS6	-71	
	11n, HT40, MCS7	-69	
最大接收电平	11b, 1 Mbps	5	dBm
	11b, 11 Mbps	5	
	11g, 6 Mbps	0	
	11g, 54 Mbps	-8	
	11n, HT20, MCS0	0	
	11n, HT20, MCS7	-8	
	11n, HT40, MCS0	0	
	11n, HT40, MCS7	-8	
邻道抑制	11b, 11 Mbps	35	dB
	11g, 6 Mbps	27	
	11g, 54 Mbps	13	
	11n, HT20, MCS0	27	
	11n, HT20, MCS7	12	
	11n, HT40, MCS0	16	
	11n, HT40, MCS7	7	

4.6 蓝牙射频

4.6.1 接收器 - 基础数据率 (BR)

表 12: 接收器特性 - 基础数据率 (BR)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 @0.1% BER	—	-90	-89	-88	dBm
最大接收信号 @0.1% BER	—	0	—	—	dBm
共信道抑制比 C/I	—	—	+7	—	dB
邻道选择性抑制比 C/I	F = F0 + 1 MHz	—	—	-6	dB
	F = F0 - 1 MHz	—	—	-6	dB
	F = F0 + 2 MHz	—	—	-25	dB
	F = F0 - 2 MHz	—	—	-33	dB
	F = F0 + 3 MHz	—	—	-25	dB
	F = F0 - 3 MHz	—	—	-45	dB
带外阻塞	30 MHz ~ 2000 MHz	-10	—	—	dBm
	2000 MHz ~ 2400 MHz	-27	—	—	dBm
	2500 MHz ~ 3000 MHz	-27	—	—	dBm
	3000 MHz ~ 12.5 GHz	-10	—	—	dBm
互调	—	-36	—	—	dBm

4.6.2 发射器 - 基础数据率 (BR)

表 13: 发射器特性 - 基础数据率 (BR)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
射频发射功率 (见表 13 下方说明)	—	—	0	—	dBm
增益控制步长	—	—	3	—	dB
射频功率控制范围	—	-12	—	+9	dBm
20 dB 带宽	—	—	0.9	—	MHz
邻道发射功率	$F = F_0 \pm 2 \text{ MHz}$	—	-55	—	dBm
	$F = F_0 \pm 3 \text{ MHz}$	—	-55	—	dBm
	$F = F_0 \pm > 3 \text{ MHz}$	—	-59	—	dBm
$\Delta f_{1\text{avg}}$	—	—	—	155	kHz
$\Delta f_{2\text{max}}$	—	127	—	—	kHz
$\Delta f_{2\text{avg}}/\Delta f_{1\text{avg}}$	—	—	0.92	—	—
ICFT	—	—	-7	—	kHz
漂移速率	—	—	0.7	—	kHz/50 μs
偏移 (DH1)	—	—	6	—	kHz
偏移 (DH5)	—	—	6	—	kHz

说明:

从 0 到 7, 共有 8 个功率级别, 发射功率范围从 -12 dBm 到 9 dBm。功率电平每增加 1 时, 发射功率增加 3 dB。默认情况下使用功率级别 4, 相应的发射功率为 0 dBm。

4.6.3 接收器 - 增强数据率 (EDR)

表 14: 接收器特性 - 增强数据率 (EDR)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$\pi/4$ DQPSK					
灵敏度 @0.01% BER	—	-90	-89	-88	dBm
最大接收信号 @0.01% BER	—	—	0	—	dBm
共信道抑制比 C/I	—	—	11	—	dB
邻道选择性抑制比 C/I	$F = F_0 + 1 \text{ MHz}$	—	-7	—	dB
	$F = F_0 - 1 \text{ MHz}$	—	-7	—	dB
	$F = F_0 + 2 \text{ MHz}$	—	-25	—	dB
	$F = F_0 - 2 \text{ MHz}$	—	-35	—	dB
	$F = F_0 + 3 \text{ MHz}$	—	-25	—	dB
	$F = F_0 - 3 \text{ MHz}$	—	-45	—	dB
8DPSK					
灵敏度 @0.01% BER	—	-84	-83	-82	dBm
最大接收信号 @0.01% BER	—	—	-5	—	dBm
共信道抑制比 C/I	—	—	18	—	dB
	$F = F_0 + 1 \text{ MHz}$	—	2	—	dB
	$F = F_0 - 1 \text{ MHz}$	—	2	—	dB

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
	$F = F_0 + 2 \text{ MHz}$	—	-25	—	dB
	$F = F_0 - 2 \text{ MHz}$	—	-25	—	dB
	$F = F_0 + 3 \text{ MHz}$	—	-25	—	dB
	$F = F_0 - 3 \text{ MHz}$	—	-38	—	dB

4.6.4 发射器 - 增强数据率 (EDR)

表 15: 发射器特性 - 增强数据率 (EDR)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
射频发射功率 (见表 13 下方说明)	—	—	0	—	dBm
增益控制步长	—	—	3	—	dB
射频功率控制范围	—	-12	—	+9	dBm
$\pi/4$ DQPSK max w0	—	—	-0.72	—	kHz
$\pi/4$ DQPSK max wi	—	—	-6	—	kHz
$\pi/4$ DQPSK max wi + w0	—	—	-7.42	—	kHz
8DPSK max w0	—	—	0.7	—	kHz
8DPSK max wi	—	—	-9.6	—	kHz
8DPSK max wi + w0	—	—	-10	—	kHz
$\pi/4$ DQPSK 调制精度	RMS DEVM	—	4.28	—	%
	99% DEVM	—	100	—	%
	Peak DEVM	—	13.3	—	%
8 DPSK 调制精度	RMS DEVM	—	5.8	—	%
	99% DEVM	—	100	—	%
	Peak DEVM	—	14	—	%
带内杂散发射	$F = F_0 \pm 1 \text{ MHz}$	—	-46	—	dBm
	$F = F_0 \pm 2 \text{ MHz}$	—	-44	—	dBm
	$F = F_0 \pm 3 \text{ MHz}$	—	-49	—	dBm
	$F = F_0 \pm 3 \text{ MHz}$	—	—	-53	dBm
EDR 差分相位编码	—	—	100	—	%

4.7 低功耗蓝牙射频

4.7.1 接收器

表 16: 低功耗蓝牙接收器特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 @30.8% PER	—	-94	-93	-92	dBm
最大接收信号 @30.8% PER	—	0	—	—	dBm
共信道抑制比 C/I	—	—	+10	—	dB
邻道抑制比 C/I	$F = F_0 + 1 \text{ MHz}$	—	-5	—	dB
	$F = F_0 - 1 \text{ MHz}$	—	-5	—	dB
	$F = F_0 + 2 \text{ MHz}$	—	-25	—	dB

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
	$F = F_0 - 2 \text{ MHz}$	—	-35	—	dB
	$F = F_0 + 3 \text{ MHz}$	—	-25	—	dB
	$F = F_0 - 3 \text{ MHz}$	—	-45	—	dB
带外阻塞	30 MHz ~ 2000 MHz	-10	—	—	dBm
	2000 MHz ~ 2400 MHz	-27	—	—	dBm
	2500 MHz ~ 3000 MHz	-27	—	—	dBm
	3000 MHz ~ 12.5 GHz	-10	—	—	dBm
互调	—	-36	—	—	dBm

4.7.2 发射器

表 17: 低功耗蓝牙发射器特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
射频发射功率 (见表 13 下方说明)	—	—	0	—	dBm
增益控制步长	—	—	3	—	dB
射频功率控制范围	—	-12	—	+9	dBm
邻道发射功率	$F = F_0 \pm 2 \text{ MHz}$	—	-55	—	dBm
	$F = F_0 \pm 3 \text{ MHz}$	—	-57	—	dBm
	$F = F_0 \pm > 3 \text{ MHz}$	—	-59	—	dBm
$\Delta f_{1\text{avg}}$	—	—	—	265	kHz
$\Delta f_{2\text{max}}$	—	210	—	—	kHz
$\Delta f_{2\text{avg}}/\Delta f_{1\text{avg}}$	—	—	+0.92	—	—
ICFT	—	—	-10	—	kHz
漂移速率	—	—	0.7	—	kHz/50 μs
偏移	—	—	2	—	kHz

5. 原理图

SiP 内部元件的电路图。

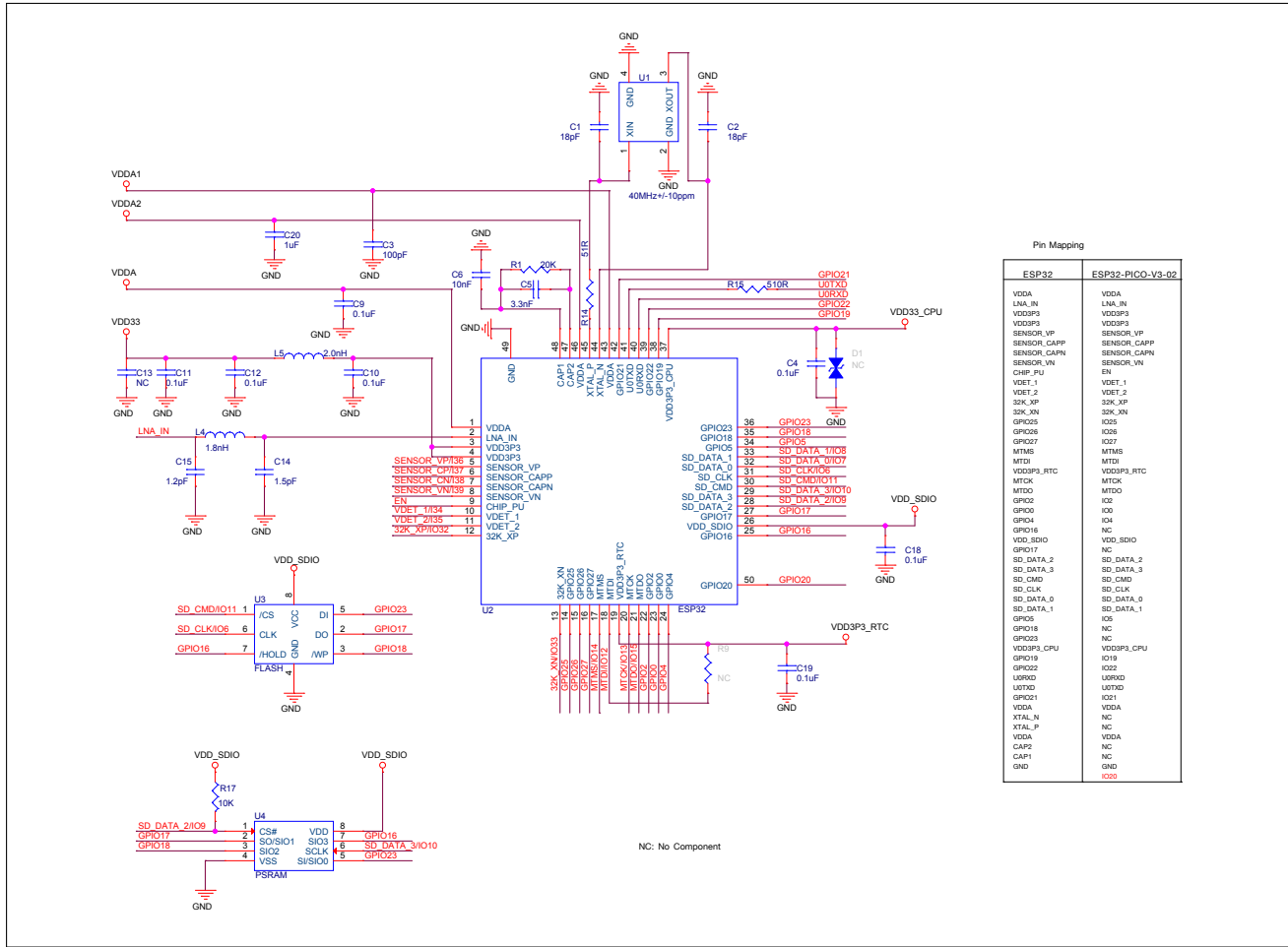


图 3: ESP32-PICO-V3-02 原理图

6. 外围设计原理图

SiP 与外围器件（如电源、天线、复位按钮、JTAG 接口、UART 接口等）连接的应用电路图。

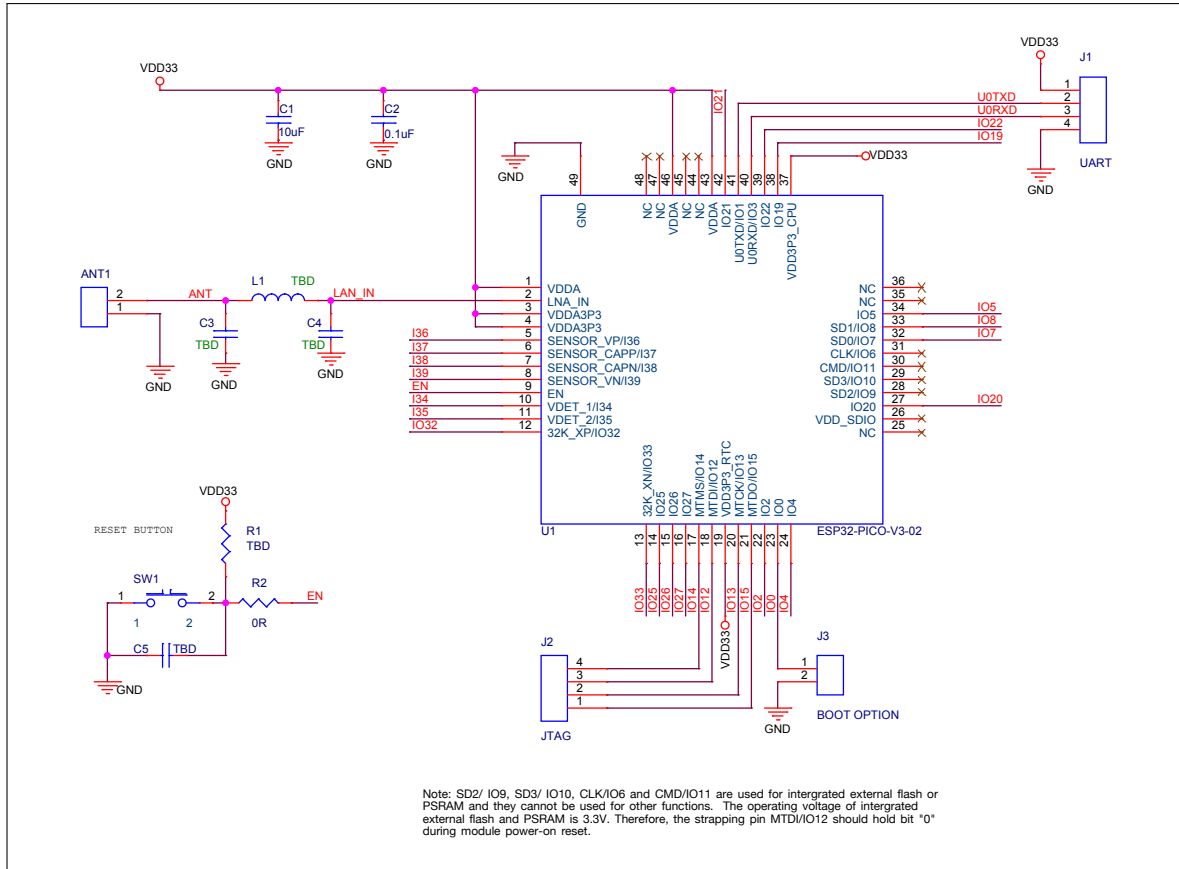


图 4: ESP32-PICO-V3-02 外围设计原理图

说明:

为确保芯片上电时的供电正常，EN 管脚处需要增加 RC 延迟电路。RC 通常建议为 $R = 10\text{ k}\Omega$ ， $C = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ ，但具体数值仍需根据 SiP 电源的上电时序和芯片的上电复位时序进行调整。芯片的上电复位时序图可参考 [《ESP32 技术规格书》](#) 中的电源管理章节。

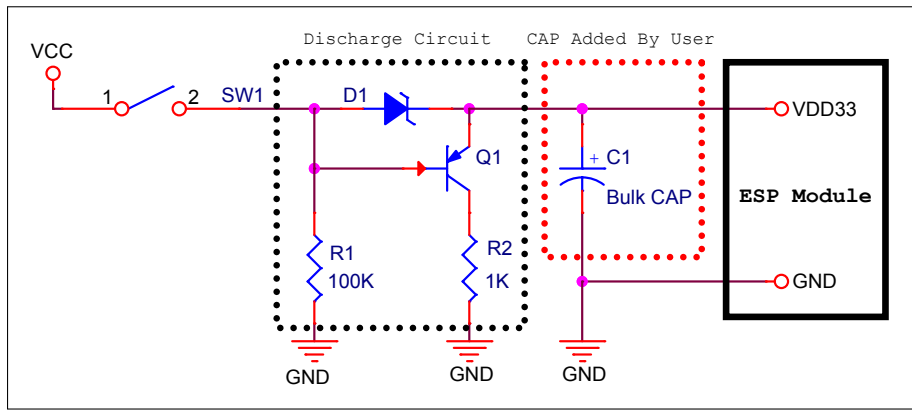


图 5: VDD33 放电电路图

说明:

放电电路用在需要快速反复开关 VDD33, 且 VDD33 外围电路上有大电容的场景。详情请参考《ESP32 技术规格书》中电源管理章节。

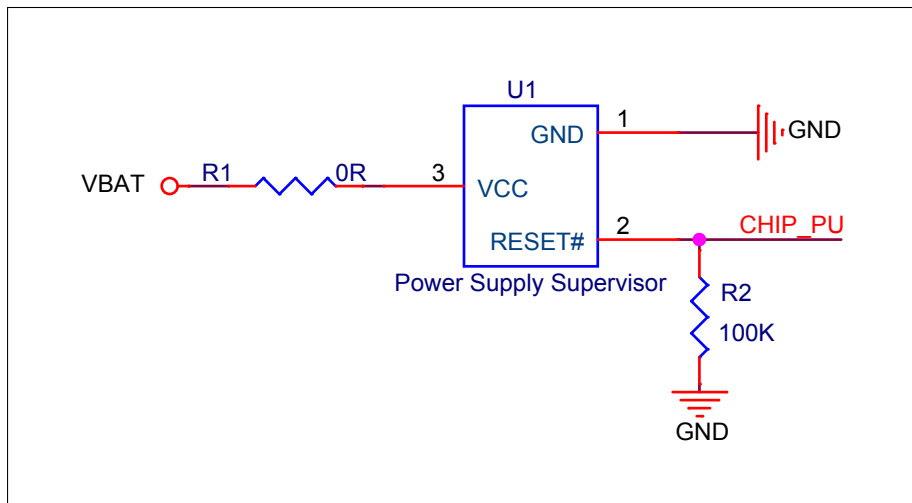


图 6: 复位电路

说明:

当使用电池给 ESP32 系列芯片和 SiP 供电时, 为避免电池电压过低导致芯片进入异常状态不能正常启动, 一般推荐外接 Power Supply Supervisor。建议检测到供给 ESP32 的电压低于 3.0V 时将 ESP32 的 CHIP_PU 脚拉低。

7. 封装信息

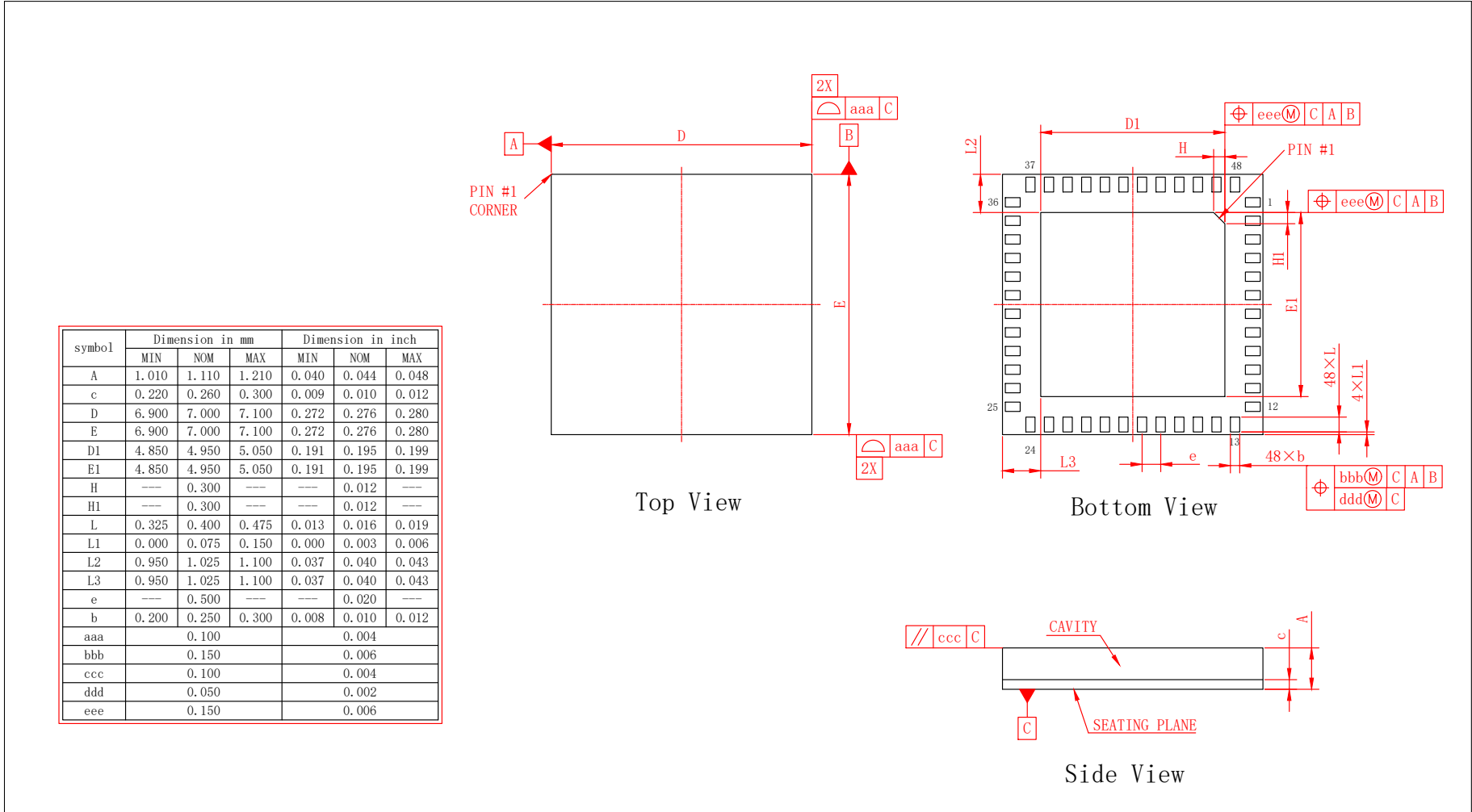


图 7: ESP32-PICO-V3-02 封装信息

8. 产品处理

8.1 存储条件

密封在防潮袋 (MBB) 中的产品应储存在 $< 40\text{ }^{\circ}\text{C}/90\%\text{RH}$ 的非冷凝大气环境中。

SiP 的潮湿敏感度等级为 MSL 3。

真空袋拆封后, 在 $25\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $60\%\text{RH}$ 下, 必须在 168 小时内使用完毕, 否则就需要烘烤后才能二次上线。

8.2 ESD

- 人体放电模式 (HBM): 2000 V
- 充电器件模式 (CDM): 500 V

8.3 回流焊温度曲线

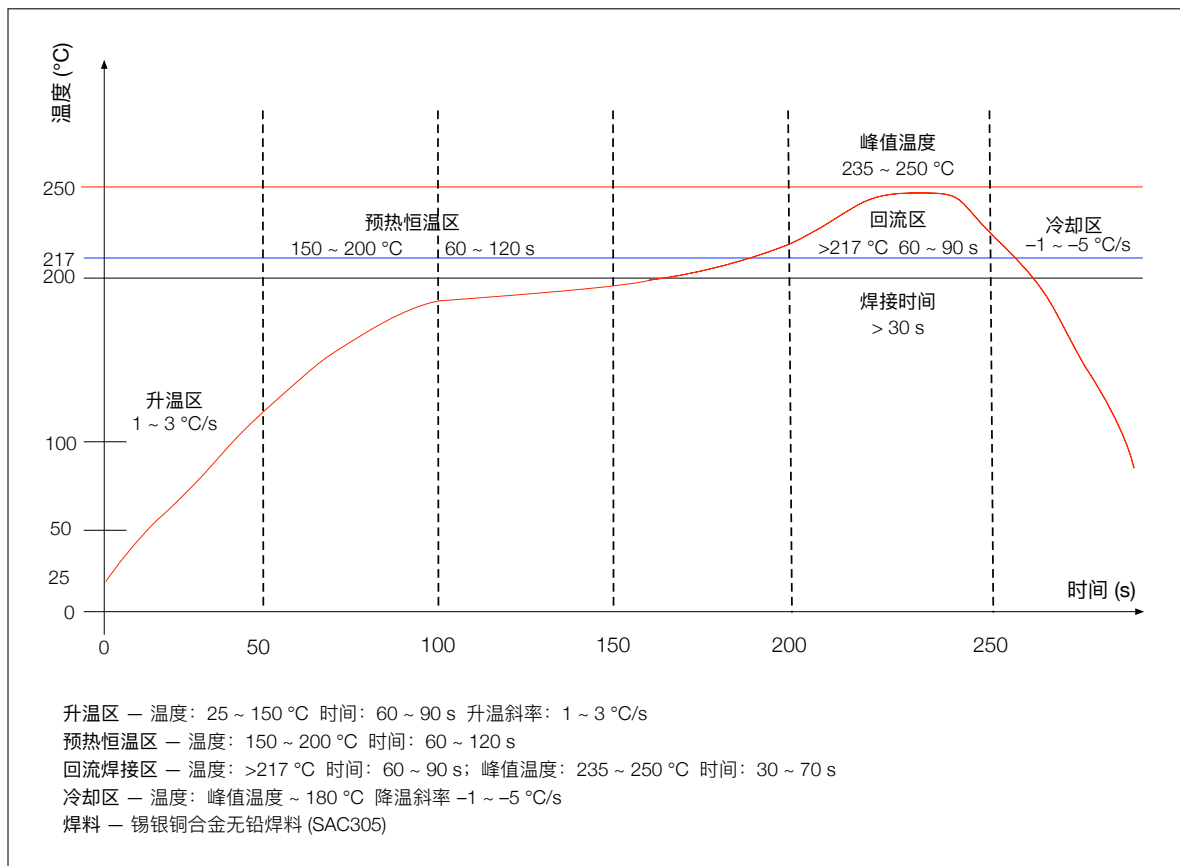


图 8: 回流焊温度曲线

说明:

建议 SiP 只过一次回流焊。如果 PCBA 需要多次回流焊, 则在最后一次回流焊时将 SiP 放在 PCB 上方。

9. MAC 地址和 eFuse

芯片 eFuse 已烧写 48 位 `mac_address`，芯片工作在 station、AP、BLE 或 Ethernet 模式时，实际使用的 MAC 地址与 `mac_address` 的对应关系如下：

- Station 模式： `mac_address`
- AP 模式： `mac_address + 1`
- BLE 模式： `mac_address + 2`
- Ethernet 模式： `mac_address + 3`

1 Kbit 的 eFuse 中 256 bit 为系统专用 (MAC 地址和芯片设置)，其余 768 bit 保留给用户程序，包括 flash 加密和芯片 ID。

10. 学习资源

10.1 必读资料

访问以下链接可下载有关 ESP32 的文档资料。

- [《ESP32 技术规格书》](#)
本文档为用户提供 ESP32 硬件技术规格简介，包括概述、管脚定义、功能描述、外设接口、电气特性等。
- [《ESP32 ECO V3 使用指南》](#)
本文介绍 ESP32 ECO V3 较之前硅片的主要变化。
- [《ESP32 勘误表及解决办法》](#)
本文收录了 ESP32 芯片的硬件问题并给出解决方法。
- [《ESP-IDF 编程指南》](#)
ESP32 相关开发文档的汇总平台，包含硬件手册，软件 API 介绍等。
- [《ESP32 技术参考手册》](#)
该手册提供了关于 ESP32 的具体信息，包括各个功能模块的内部架构、功能描述和寄存器配置等。
- [ESP32 硬件资源](#)
压缩包提供了 ESP32 模组和开发板的硬件原理图，PCB 布局图，制造规范和物料清单。
- [《ESP32 硬件设计指南》](#)
该手册提供了 ESP32 系列产品的硬件信息，包括 ESP32 芯片，ESP32 模组以及开发板。
- [《ESP32 AT 指令集与使用示例》](#)
该文档描述 ESP32 AT 指令集功能以及使用方法，并介绍几种常见的 AT 指令使用示例。其中 AT 指令包括基础 AT 指令，Wi-Fi 功能 AT 指令，TCP/IP 相关 AT 指令等；使用示例包括单连接 TCP 客户端，UDP 传输，透传，多连接 TCP 服务器等。
- [《乐鑫产品订购信息》](#)

10.2 必备资源

以下为有关 ESP32 的必备资源。

- [ESP32 在线社区](#)
工程师对工程师 (E2E) 的社区，用户可以在这里提出问题，分享知识，探索观点，并与其他工程师一起解决问题。
- [ESP32 GitHub](#)
乐鑫在 GitHub 上有众多开源的开发项目。
- [ESP32 工具](#)
ESP32 flash 下载工具以及《ESP32 认证测试指南》。
- [ESP-IDF](#)
ESP32 所有版本 IDF。

- [ESP32 资源合集](#)

ESP32 相关的所有文档和工具资源。

修订历史

日期	版本	发布说明
2020-08-04	V0.5	预发布。